

Organizadores:

**Thiago Santana de Oliveira**  
**Fabiana Aquino de Moraes Rêgo**  
**Mirian Nunes de Carvalho Nunes**  
**Carolina Gomes Araújo Garreto**

*Estudos em*  
**Engenharia**  
*& Inovação*  
Volume 4



  
**Pascal**  
Editora

**2023**

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA  
FABIANA AQUINO DE MORAES RÊGO  
MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES  
CAROLINA GOMES ARAÚJO GARRETO  
(Organizadores)

ESTUDOS EM ENGENHARIA  
& INOVAÇÃO  
VOLUME 4

EDITORA PASCAL  
2023

**2023 - Copyright© da Editora Pascal**

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

**Edição e Diagramação:** Eduardo Mendonça Pinheiro

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Bibliotecária:** Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Dr<sup>a</sup>. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr. Raimundo Luna Neres

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**O48c**

Coletânea Estudos em engenharia e inovação / Thiago Santana de Oliveira, Fabiana Aquino de Moraes Rêgo, Mirian Nunes de Carvalho Nunes e Carolina Gomes Araújo Garreto (Org). São Luís - Editora Pascal, 2023.

f. : il.: (Estudos em engenharia e inovação; v. 4)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-

D.O.I.:

1. Engenharia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Miscelânea. I. Oliveira, Thiago Santana de. II. Rêgo, Fabiana Aquino de Moraes. III. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. VI. Garreto, Carolina Gomes Araújo. V. Título.

CDU:

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

**2023**

[www.editorapascal.com.br](http://www.editorapascal.com.br)

contato@editorapascal.com.br

# APRESENTAÇÃO

**N**os últimos anos, os desafios dos engenheiros frente as mudanças tecnológicas no processo produtivo impõem operarem dentro dos conceitos da Indústria 4.0. O surgimento dos sistemas de digitalização nas operações produtivas, promoveu profunda mudança na realidade das manufaturas fazendo que o mercado de trabalho (empresas/indústrias) busquem por profissionais que estejam mais adaptados às conjunturas tecnológicas e nesse caso engenheiros que possuam competências técnicas, metodológicas, sociais e pessoais.

Como atualmente a produção mais autônoma, as fábricas possuem capacidade de prever erros, promover adaptações e mudanças rápidas, onde o engenheiro capacitado apontará às melhores tomadas de decisões que reduzirá os impactos no resultado final.

No Brasil, as mudanças da quarta revolução industrial têm ocorrido a passos lentos em relação ao resto do mundo, mas já é uma realidade bastante forte nas indústrias brasileiras. E o engenheiro tem o papel de fomentar esse desenvolvimento através da difusão de conhecimento, apresentando as melhores estratégias na alocação de investimentos, atualização de fornecedores, melhores layout na infraestrutura e principalmente, na implantação de metodologias de produção inteligente.

Um estudo realizado em 2017 pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) apontou que dos 24 setores industriais do Brasil, 14 estão atrasados na adoção de tecnologias digitais. Assim dados do IBGE mostra que, os 14 setores em situação de vulnerabilidade respondem por cerca de 40% da produção industrial e 38,9% do PIB industrial brasileiro. O que evidencia a necessidade de investimentos urgentes para manter-se sobrevivendo no mercado altamente competitivo. O papel do engenheiro na busca das melhores estratégias para elevar o grau de inovação com o objetivo de uma maior inserção das indústrias brasileiras no mercado global.

O desafio após a pandemia que estagnou a produtividade do trabalho, a ideia é trazer cada vez mais tecnologia no dia a dia para o ambiente dentro das fábricas, tornando-as mais inteligentes beneficiando as empresas, colaboradores e indústrias como um todo.

Este livro apresenta vários estudos das engenharias que corrobora com os conceitos da atualização tecnológica. A composição do livro é através de capítulos da engenharia ambiental, engenharia produção, engenharia mecânica, engenharia de controle e automação, engenharia elétrica e engenharia química, onde abordam temas sobre processo produtivo, manutenção industrial, computação, comunicação, redes, IoT, resíduos sólidos, segurança do trabalho, sustentabilidade, projeto etc.

Convido para essa atualização tecnológica!

**Eduardo Mendonça Pinheiro**

*Doutor em Agroecologia, especialista em Engenharia de Produção e professor da Faculdade Anhanguera*

# ORGANIZADORES

## **Thiago Santana de Oliveira**

Bacharel em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal do Maranhão (2004), com mestrado em Engenharia de Materiais (2016), na mesma instituição. Atuou como profissional nas áreas de siderurgia e gerenciamento de frota de veículos e equipamentos a diesel, com bons conhecimentos nas ferramentas de gestão da manutenção. Ministra aulas desde 2005, sendo a experiência inicial no ensino médio e técnico. Atualmente, trabalha na docência de ensino superior, onde possui experiência de 8 anos. Atualmente, atua como docente e coordenador do Curso de Engenharia Mecânica na faculdade Anhanguera Maranhão. Responsável pela organização de eventos na instituição, como a mostra de iniciação científica (ICEMEC), que rendeu publicações de livros e capítulos. Possui grandes artigos e trabalhos publicados em sua área de experiência..

## **Fabiana Aquino de Moraes Rêgo**

Possui pós-graduação em “Diseño y Arquitectura de Interiores” (Carga horária: 500h) pela Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid da Universidad Politécnica de Madrid (2006). Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Maranhão (2005) e graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (2003). Adquiriu experiência profissional na área de arquitetura, interiores e museografia, com ênfase na gestão de produção, desenvolvimento técnico e coordenação de projetos museográficos em empresa especializada durante os 7 anos que morou em Madri - Espanha (2006-2012). Atualmente é proprietária do escritório Fabiana Moraes Rêgo Arquitetura e Interiores desde 2013.

## **Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Graduada em Formação Pedagógica de Docentes para as áreas do Ensino Médio e Profissionalizante pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Pós-Graduada Gestão Educacional pela Faculdades Integradas Potencial - FIP - Cotias - SP; em Arte, Educação e Tecnologias Contemporâneas pela Universidade de Brasília - UnB e em Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes RJ. Exerce cargo de Professora na Universidade Pitágoras São Luís - MA, ministrando as disciplinas de Desenho Técnico, Desenho Técnico Mecânico no programa computacional Inventor da Autodesk, Desenho Técnico Projetivo no programa computacional AutoCAD da Autodesk e Orientação de TCC. Atuou como Professora EaD da disciplina de Desenho Técnico de 2013 a 2020 no Curso de Segurança do Trabalho pela UEMANET.

## **Carolina Gomes Araujo Garreto**

Doutoranda em Segurança e Saúde Ocupacionais, pela Universidade do Porto. Possui mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, pela Universidade do Porto (2019), Especialização em Engenharia de segurança do trabalho, pela Universidade Estácio de Sá - Laboro (2015), Especialização em engenharia ferroviária, pela UnDB (2012) e graduação em Engenharia Elétrica Industrial pelo IFMA (2011).

# SUMÁRIO















**Engenharia  
Ambiental**

# 1

## **TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO TRATAMENTO E REUSO DA ÁGUA**

*TECHNOLOGIES USED IN THE TREATMENT AND REUSE OF  
WATER*

Gabriel Arcangelo Maranhão Neto

## Resumo

O tratamento e o reuso da água são maneiras de gerir perdas, evitar eventuais desperdícios, sobretudo reduzir o consumo da água no território brasileiro. Neste ínterim, o reuso de efluentes tratados, possibilita a diminuição do consumo da água em consonância com os parâmetros qualitativos da legislação brasileira vigente. Dentre os mais importantes recursos naturais, fundamentais para a humanidade a contextualização das tecnologias utilizadas no tratamento e reutilização da água são fundamentais para manutenção dos processos produtivos, a água é vista como um bem abundante no Brasil. Atualmente, crises de abastecimento, no Brasil e no mundo, levam a sociedade ao entendimento de que a gestão da água se faz uma prioridade com proporções globais. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo, a busca foi realizada através dos buscadores eletrônicos, revistas científicas, monografias e teses envolvendo a temática discutida sobre engenharia ambiental. Em conclusão, demonstram-se que apesar do assunto em pauta ser muito debatido e existir políticas públicas que reforçam a importância da reutilização da água, tais práticas ainda precisam ser implementadas na rotina das pessoas, objetivando a utilização sustentável dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Reutilização de água, tratamento de água, águas residuárias.

## Abstract

Water treatment and reuse are methods for controlling losses, preventing waste, and, most importantly, lowering Brazil's water usage. Meanwhile, it is conceivable to minimize water usage to meet the quality requirements of the existing Brazilian legal framework by reusing treated effluents. The contextualization of the technologies employed in the treatment and reuse of water are crucial for the maintenance of productive processes. Water is regarded as an abundant good in Brazil and is one of the most significant natural resources, fundamental for humanity. Currently, water management is recognized as a global issue due to supply crises in Brazil and around the world. The search was conducted utilizing electronic search engines, scholarly journals, monographs, and theses pertaining to the topic of environmental engineering. The methodology used was a bibliographic review employing a qualitative and descriptive method. The study's findings demonstrate that, despite the fact that the issue has been hotly debated and that governmental policies emphasize the value of water reuse, such practices still need to be incorporated into everyday life in order to achieve the sustainable use of water resources.

**Keywords:** Water reuse, water treatment, wastewater.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o debate referente a relevância da água para a vida é inegável. Não há ser vivo sobre a face da Terra que possa prescindir de sua existência e sobreviver. Desta forma, sua presença proporciona condições para a vida, a qualidade da água também pode representar um sério risco à saúde. Se em outras épocas bastava procurar uma fonte ou um rio próximo para se abastecer, atualmente o consumo seguro da água depende da qualidade do tratamento pelo qual ela passa.

O tratamento e o reúso da água são maneiras de gerir perdas, evitar eventuais desperdícios, sobretudo reduz o consumo da água no território brasileiro. Neste ínterim. O reúso de efluentes tratados, possibilita a diminuição do consumo da água em consonância com os parâmetros qualitativos da legislação brasileira vigente. Por se tratar de um bem natural que está cada vez mais raro e caro, a reutilização da água é de fundamental importância para o meio ambiente, sobretudo para a economia das empresas, cidadãos e governos.

Desta forma, sempre houve uma sensação de que esse recurso era inesgotável, por conta de sua vasta disponibilidade, contudo, atualmente por conta de um grande crescimento demográfico, sobretudo nas grandes cidades, vem ocasionando crises referentes ao risco hídrico. Neste ínterim, a questão de pesquisa que norteia este estudo é: Qual a importância das tecnologias de tratamento e reúso de água no Brasil?

O objetivo geral deste estudo visa conhecer os benefícios na contextualização das tecnologias utilizadas no tratamento e reúso de água. Além dos objetivos específicos que são refletir sobre as etapas iniciais no tratamento convencional da água; descrever os processos de reutilização de água cinza e contextualizar os benefícios gerados pelo uso do tratamento e reúso de água.

## 2. METODOLOGIA

A presente pesquisa tratou-se de um estudo de revisão bibliográfica, reuniu-se evidências que deram suporte ao método descritivo. Foram revisados artigos científicos oriundos das bases de dados: Google Acadêmico, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES Periódicos), *Scientific Eletronic Library Online (SciELO)*, Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade (RBES) e Scribd, onde foram consultados diferentes documentos como: Livros, Artigos, Periódico Eletrônicos, Revistas, Teses, Dissertações e Monografias publicadas nos últimos 18 anos.

## 3. ETAPAS DO TRATAMENTO CONVENCIONAL DA ÁGUA

Segundo Veras e Bernardo (2006), o problema relacionado à temática da água tem se agravado nos últimos anos ao redor do mundo, sobretudo no que diz respeito ao abastecimento dos mananciais, geralmente ocasionado pelo questões que envolve os setores agrícolas e industriais, requerendo ações que objetivam o tratamento da água de forma que atenda os padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Contudo, os países que estão em desenvolvimento sofrem sérias dificuldades levando em consideração o poder financeiro.

De acordo com Bacci e Patuca (2016), a água está diretamente relacionada ao de-

envolvimento social, econômico e ambiental, pois água tem fundamental importância para manutenção de toda forma de existência no planeta terra. A biodiversidade brasileira ocupa um papel fundamental para o resto do mundo. Neste sentido, falar da importância dos procedimentos que objetivam fornecer ou tratar a água, em suas diversas dimensões, é falar sobre a sobrevivência da espécie humana.

Bem como, a água está diretamente relacionada a manutenção da vida, seja no âmbito social, econômico e ambiental entre todos os países. De acordo com a Lei nº 9.443 de 8 de janeiro de 1997:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de um valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; (BRASIL, 1997).

Do mesmo modo, o consumo de água aumentou duas vezes mais que a população e a estimativa é que a demanda aumente 55% até 2050, além de que a população mundial chegará a 9,6 bilhões no mesmo ano (ONU, 2015). Neste sentido, o Brasil é o maior país da América do Sul e possui uma população de aproximadamente 204 milhões de habitantes e, conseqüentemente, elevado consumo de água potável e construção de Estações de Tratamento de Água. (IBGE, 2010).

Para Di Bernardo (2008) a água pode veicular um alto número de doenças e essa transmissão pode ocorrer por distintos mecanismos. O mecanismo mais comum e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual uma pessoa sadia ingere água que contenha componentes nocivos à saúde e a presença desses componentes no organismo humano provoca o aparecimento de doenças.

Portando, uma pessoa necessita de um consumo de 110 litros de água por dia, sendo essa medida supostamente suficiente para um indivíduo saciar a sede, cuidar apropriadamente da higiene e para preparar os alimentos (OMS, 2015), no Brasil, esse consumo per capita de água pode chegar a mais de 200 litros/dia, excedendo bastante a recomendada. A qualidade da água consumida diariamente obedece aos padrões estabelecidos por lei, Portaria GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2021, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2017).

### 3.1 Coagulação

Braga (2014) e Roschild (2018) comentam que a coagulação, é realizada através do processo de adição de coagulantes químicos, com o objetivo de agitar a água causando um choque entre as partículas e o coagulante. Assim, o resultado esperado com este processo é a formação de coágulos. Neste sentido, o processo é ser realizado por auxílio de sistemas hidráulicos ou por sistemas mecânicos, o primeiro é comumente lembrado por ressaltar alta eficiência e baixo custo, entretanto o sistema apresenta dificuldades com grandes instalações.

Richter (2009) comenta que a etapa da coagulação faz parte da maioria dos processos de tratamentos utilizados em todo território brasileiro, abrangendo a aplicação de produ-



tos químicos, visando a adição de composto. Desta forma, o sistema mecânico pode funcionar a partir de movimentos rotativos de um impulsor, que pode ser caracterizado como fluxo gerado axial ou radial: o primeiro apresenta correntes paralelas ao eixo do agitador; enquanto o segundo apresenta correntes perpendiculares ao eixo do agitador.

Braga (2014) e Saron (2000) comentam que junto à agitação do efluente ocorre a adição de coagulantes, pois o mais comum é o sulfato de alumínio, ocasionado em uma reação de hidrólise que desestabiliza as partículas coloidais e quebra forças e a união entre elas, resultando em cátions metálicos e na formação de coágulos. Através deste procedimento ocorre o aumento da turbulência interna e do gradiente de velocidade da mistura por tempo de detenção pré-determinado (RICHTER, 2009).

## 3.2 Floculação

A floculação, consiste em métodos químicos e físicos empregados para agregação de partículas muito pequenas, com o intuito de formar flóculos que possam ser decantados, pois é uma das fases iniciais do tratamento de água. A água ainda passa por alguns processos até que possa ser consumida. Desta forma, ocasiona a reação química responsável pela retirada de substâncias que formam cor e turbidez na água, através do processo de aglutinação dos coágulos gerados na mistura rápida (RICHTER, 2009).

Kishi (2020) comenta que a mistura lenta é descrita desta forma, objetivando evitar grandes choques entre os coágulos, e possibilitando o agrupamento das demais impurezas em flocos. Neste sentido, esta união de partículas ocorre de duas maneiras, sendo a colisão por energia térmica ou pela colisão ocasionada pelo movimento da água. Além disso, é importante constatar que:

A formação dos flocos ocorre nos floculadores, onde as partículas previamente desestabilizadas (na etapa de coagulação) recebem agitação controlada para que se aumente a probabilidade de ocorrência dos choques. A fenomenologia da floculação baseia-se em dois mecanismos complementares: adesão e transporte. O primeiro está relacionado às cargas superficiais das partículas, que devem ser alteradas durante a coagulação para que os choques sejam efetivos (SANTOS *et al.*, 2004.p. 294).

Neste sentido, o processo é mecanizado de duas formas: mistura hidráulica por chicanas ou mistura mecânica, estes precisam de energia externa de paletas giratórias, pois os movimentos são dissipados pela água e é essencial o manuseio de um tanque subdividido em, no mínimo, três partes separadas evitando a passagem da água diretamente. Já os floculadores hidráulicos por chicanas fazem uso de energia dissipada, ocasionando agitação a partir da passagem da água (KISHI, 2020; SOUSA, 2011).

Portanto, Silva (2012), enfatiza que a floculação objetiva a transformação das pequenas impurezas ou elementos solidificados em flóculos, proporcionando a decantação após a união. Os flocos maiores tendem a ser mais sensíveis nesta etapa, geralmente quando são separados pelo ato de cisalhar, ou seja, corte ou deformação numa superfície, assim é bem provável que essas partículas jamais voltem a se juntar novamente. Sobretudo, as etapas da floculação e coagulação são etapas do processo químico e físico que visa a segregação de partículas pequenas, com intuito de tornar a água apto para o consumo humano.

### 3.3 Decantação

Para Roschild (2018) “Processo de separação sólido-líquido que tem como força propulsora a ação da gravidade. Para a sedimentação dos flocos formados nos flocculadores são utilizadas unidades denominadas decantadores ou sedimentadores, pois a ela consiste no processo de separação das partículas com densidade superior à da água pela força da gravitação, depositando-as no fundo do tanque de decantação. Neste ínterim, os decantadores laminares são os mais importantes e os convencionais de escoamento horizontal (BDTA, 2020; OLIVEIRA et al., 2007). Onde a área deve ser calculada em função da velocidade de sedimentação dos sólidos presentes e da vazão horária.

Desta forma, a água perpassa alguns processos em tanques, visando a separação de flocos de sujeiras. Assim, fisicamente, todas as partículas suspensas em um meio líquido em repouso serão aceleradas por força gravitacional. Desta forma, esse processo ocorre até que a força de resistência viscosa e deformação do líquido sejam equiparadas as resultantes do peso específico da partícula (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

De acordo com Braga (2014), a decantação é um processo realizado com auxílio de procedimentos químicos para a separação de misturas de componentes líquidos e sólidos. Bem como, o decantador é usado para remoção de partículas suspensas, sejam líquidas ou sólidas, sobretudo oriundas de efluentes industriais, ou de água capitada em mananciais que objetivam abastecer grandes cidades. São utilizados na maioria das vezes em estações de tratamento água e efluentes.

### 3.4 Filtração

A filtração é um dos métodos físicos de separação de misturas, onde o processo acontece quando o efluente atravessa o leito filtrante de modo que as partículas em suspensão ficam impedidas de cair. Assim, o leito filtrante pode ser composto de materiais agregados e de diferentes tamanhos, tais como; carvão, areia, pedras, entre outros (BDTA, 2020). Neste ínterim, é importante destacar que a filtração direta é um tratamento alternativo à estação de tratamento de água de ciclo completo. É um processo no qual se utiliza da coagulação química, porém que não contempla uma unidade específica para sedimentação. Contém ainda, a mistura rápida, que pode ou não contemplar uma unidade específica de floculação e, dependendo da qualidade da água bruta, pode-se utilizar a dupla filtração (filtração ascendente em areia ou em pedregulho seguida da filtração descendente) ou utiliza-se diretamente o filtro descendente. (ALCANTARA, 2010. P. 22)

A velocidade está condicionada ao processo que o efluente percorrerá, podendo ser lento, rápido de fluxo ascendente ou rápido de fluxo descendente. A melhor escolha varia da qualidade do efluente trabalhado (BIOPROJECT, 2020). O fundo falso de um filtro age como retentor do leito filtrante e da camada suporte, impedindo que estes materiais sigam o fluxo do efluente para a etapa seguinte do processo.

De acordo com Cirne (2014), há outro processo chamado filtração lenta, em que ela não apresenta a etapa de coagulação, pois quando é usada a coagulação química, as técnicas utilizadas no processo de tratamento começam a mostrar algumas variantes relacionadas ao processo de filtração convencional. Desta forma, todos os procedimentos que contam com essas etapas para sedimentação dos flocos, são chamados filtração direta.

## 4. A REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

### 4.1 Contextualização da reutilização de água residuárias

De acordo com Santos, Estender e Messias (2018), a falta de água é um dos principais impactos causados ao meio ambiente. Portanto, há uma necessidade desafiadora no sentido de convencer a sociedade para a gravidade da temática. A necessidade da redução dos impactos ambientais, atualmente é um debate que vem tomando relevância nas grandes metrópoles, sobretudo os que abordam a temática da importância da água com ênfase no reuso. No entanto, a água que fora reutilizada não é apropriada para o consumo, porém pode ser usada para usos domésticos diversificados, conseqüentemente se mostra como medida protetora e mantenedora do meio ambiente.

Além disso, Bruni (1994), enfatiza que de acordo com o âmbito biológico todos os seres vivos não podem existir sem água, pois o corpo humano é formado por aproximadamente 65% de água. A água é um dos quatro elementos que formam o planeta, ocupando um papel de extrema relevância no subsídio da vida de todos os seres humanos, e biodiversidade existente na terra. A água se torna o único recurso natural que está diretamente relacionado a com todos os aspectos referentes a vida humana. No entanto, por mais relevância que ela tenha para a manutenção de toda forma de vida na Terra, pessoas ainda continuam poluindo nascentes e desperdiçando.

De acordo com Carvalho (2014), diariamente, milhares de pessoas consomem água de forma indevida, e milhares de fábricas consomem enormes quantidades de água, que muitas vezes não são reutilizadas nos processos residências e industriais. Além disso, o uso da água é realizado de maneira ineficiente todos os dias, seja no exagero de atividades básicas como no banho, lavagem de roupas e utensílios ou em irrigação de campos de futebol ou lava-jatos clandestinos. Sobretudo, destaca a importância de profissionais capacitados levando em conta, a complexidade e multidisciplinaridade do tema em questão, pois a implementação de projetos que caminham no sentido da sustentabilidade com ênfase na reutilização dos recursos naturais.

A reutilização da água diminui a demanda sobre os mananciais hídricos devido à troca da água potável por uma água de baixa qualidade. Atualmente, esta prática está sendo muito abordada e colocada em evidência, pois já é usada em distintos países baseando-se no conceito de substituição de mananciais. Assim, a substituição possibilita a função da qualidade desejada para um uso específico. Desta forma, uma quantidade muito grande de água própria para o consumo pode ser poupada pela reutilização de água de baixa qualidade (na maioria das vezes efluentes pós-tratados) visando atender finalidades que podem depender de águas que atendam os padrões de potabilidade. (RAMOS, 2010)

De acordo com Tomaz (2005), existe uma mudança em relação a forma de pensar sobretudo na Europa e na América do Norte. Geralmente, quando se fala de recursos hídricos ou corpos hídricos, automaticamente as pessoas fazem associação com os rios, córregos e lagos, são comumente chamados de águas superficiais. Contudo, a falta desse bem, dotado de valor, tem modificado esse em ponto de vista.

Bem como, é importante ressaltar que o modelo de aproveitamento de água de chuva, aqui considerado, é voltado para microbacias de telhados de áreas residenciais, comerciais e industriais. Países industrializados, como o Japão e a Alemanha, estão seriamente empenhados no aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis. Outros países, como os Estados Unidos, Austrália e Singapura, também estão desenvolvendo pesquisas na área do aproveitamento de água de chuva. Neste sentido, o esquema de aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis, em uma residência que possui água encana-

da. Desta forma, no futuro um sistema dual de distribuição de água fria, sendo um para água potável e outro para água não potável. O sistema de distribuição de água não potável será destinado principalmente a descargas de bacias sanitárias (TOMAZ, 2010).

O Brasil é um dos países onde existe uma gigantesca oferta de recursos hídricos, contudo, o mau uso e poluições de distintas maneiras comprometem toda essa reserva de recursos. Propiciando o surgimento de problemas diretamente ligados ao aumento de demandas, gestão ineficiente, crescimento demográfico e urbanização desordenada. Neste ínterim, o manuseio de fontes renováveis alternativas e estratégias de uso equilibrado da água em edificações, torna-se uma medida relevante no combate a escassez hídrica e ameniza a demanda. Sobretudo, possibilitando estratégias para o aproveitamento de águas oriundas da chuva, a reutilização de águas cinzas e a instalação de sistemas (ABNT NBR 15527:2007).

Para Reis *et al.* (2010) águas cinzas são águas oriundas de atividades domésticas, como lavar roupa, louças e tomar banho. Por ser oriundas de atividades residenciais possui resíduos orgânicos, produtos utilizados para limpeza e produtos com grandes concentrações tóxicas. Desta forma, existem algumas maneiras de reutilizar o recurso hídrico, são a captação do mesmo em forma de precipitação e/ou reuso de águas cinzas oriundas de casas e cozinhas. Logo, o sistema de funcionamento de reuso de água cinza pode ser definido como todo efluente oriundo de residências com exceção das águas provenientes de esgotos.

Desta forma, toda água captada pode ser reutilizada em atividades domésticas; lavagem de carros, pátios e irrigação de hortas domésticas. Neste sentido, há um projeto tramitando na Câmara dos Deputados, o projeto de lei 2451/20, objetivando a obrigatoriedade para o reuso da água, oriundas de águas da chuva, de estações de tratamento de esgoto ou do tratamento de líquidos das etapas industriais em novas construções de cunho público, casas, estabelecimentos e indústrias (SOUSA, 2020).

Bem como, a medida, que está sendo analisada pela Câmara dos Deputados, visa tornar a reutilização da água uma obrigatoriedade – exceto para o consumo das pessoas – em locais que a lei exija plano diretor, sendo optativo nas demais. Sobretudo, a reutilização de águas cinzas ocorre no reuso, depois do tratamento adequado, das águas cinzas formadas por efluentes oriundos de cisternas, tanques, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas. “A utilização das águas cinzas tratadas para usos com finalidades não potáveis é uma alternativa promissora, e que deve ser desenvolvida e incentivada” (ABNT NBR 15527:2007).

## 4.2 Aproveitamento de água da chuva

De acordo com Dias (2005), diante da degradação dos recursos hídricos ocasionado por inúmeros fatores, causando a falta de água na maior parte do mundo, o gerenciamento eficiente da água se apresenta como uma medida de suma importância. Assim, o aproveitamento de água pluviais se apresenta com uma medida eficaz. A cada dia que passa o uso da água tem se apresentado de distintas maneiras, tendo em vista que o avanço tecnológico que é um fator determinante no subsídio de novas tendências que objetivam a economia dela.

Faz-se necessário salientar que a captação é realizada antes que a água alcance o solo, visando a não contaminação. Deste modo, as águas captadas servem para distintos usos potáveis ou não, tais como; lavagem de veículos, águas para serem usadas em banhei-

ros, jardins e usos comuns em residências. De acordo com Tomaz (2010) os componentes principais para captação da água da chuva são; áreas de captação, calhas, condutores, perneiras, reservatórios e extravasor (TOMAZ, 2010).

A conservação de água oriundas das chuvas, é uma medida que objetiva a minimizar o constante acesso aos mananciais, sejam eles superficiais ou não. Para conservação dessas águas, existem maneiras convencionais e maneiras não convencionais. O sistema utilizado é o de aproveitamento de água da chuva que visa o consumo não potável. Hoje em dia, esse método é praticado em muitas nações como Estados Unidos, Alemanha, Japão, entre outros. No território brasileiro, faz-se o uso deste sistema em algumas cidades da região Nordeste como fonte relevante de abastecimento de água. Um fator determinante para viabilidade do uso de água da chuva é porque através desse método, possibilita que haja uma economia na demanda de água disponibilizadas pelas empresas de saneamento, conseqüentemente a economia dos custos com água potável e reduz risco de enchentes em casos de fortes precipitações. No etapas de captação de água da chuva, são utilizadas áreas impermeáveis, normalmente o telhado (MAY, 2004).

### 4.3 Águas residuária

O desenvolvimento das cidades de forma desordenada sem um planejamento prévio, tem ocasionado prejuízos sem precedentes para toda sociedade. Uma das principais causas do crescimento urbano desordenado foi o avanço de uma da população industrial e doméstica, gerando condições ambientais impróprias, subsidiando o desenvolvimento de enfermidades, poluições, contaminações de águas subterrâneas, aumento da temperatura entre outros problemas (SÃO PAULO, 2022).

São denominadas águas residuais domésticas ou toda e qualquer água oriundas de indústrias, chuvas, residências coletadas para o sistema de drenagem públicos. Assim, as águas residuais são resultadas do uso de água que fora captada e conseqüentemente tratada visando o abastecimento da população, obedecendo os padrões de potabilidade definidos pela legislação vigente, às pessoas e atividades econômicas destinadas à indústria e comércio. Depois de ser transformada em água residual, a água captada na natureza (subterrânea ou superficial) volta a natureza de forma natural, através da sua disposição final em águas superficiais – doces e costeiras – ou da sua infiltração na superfície, desejavelmente depois de empregado o tratamento adequado. A água captada para abastecimento pode, assim, conter águas residuais, caracterizando uma condição de reutilização indireta, sem qualquer planejamento prévio, ocorrendo frequentemente (MONTE; ALBUQUERQUE, 2010).

Para Monte e Albuquerque (2010) o manuseio de águas tratadas corrobora para subsidiar uma gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos, ao passo que: preserva recurso hídricos fundamentais para satisfação das necessidades presentes e futuras, objetivando seus usos mais nobres. Sobretudo, ao reduzir o caudal de águas residuais tratadas descarregado nos meios receptores aquáticos, protege os ecossistemas, na medida em que reduz a quantidade de poluentes lançados no meio”. De acordo com o Decreto de Lei nº 236/98, de 01 de agosto, as águas residuárias serão classificadas de três formas diferentes, águas residuais, águas domésticas e águas urbanas (BRASIL, 1998).

## 5. OS BENEFÍCIOS DO REUSO

De acordo com Muffareg (2003) o reuso da água visando fins não potáveis foi difundindo em todo mundo nas últimas décadas, ocasionado um aumento na dificuldade de atendimento da demanda de água para cidades e algumas localidades do interior, seja pela escassez cada vez maior de fontes hídricas acessíveis e/ou de qualidade que obedeça aos padrões de potabilidade para abastecimento após tratamento convencional. Com auxílio da política do reuso, significantes volumes de água potável são economizados, fazendo uso de água de qualidade inferior, na maioria das vezes, efluentes secundários pós-tratados, visando os atendimentos das que possam prescindir da potabilidade. A reutilização da água a cada dia vem se tornando uma medida relevante para proporcionar o bem-estar da sociedade, pois reutilizar a água a partir de sistemas eficientes, possibilita tanto para fins urbanos-domésticos, quanto para fins de atividades que envolvam agriculturas.

Desta forma, O tratamento das águas residuárias, para fins na agricultura, deverá guardar, no entanto, cuidados quando da remoção de matéria orgânica, patógenos e nutrientes, vez que os primeiros representam segurança na saúde e os últimos representam a base econômica da atividade. No mais, um projeto adequado para este tipo de aplicação, precisa levar em consideração os movimentos da água e dos nutrientes entre a aplicação e a saída da área, evitando a contaminação do solo e das águas, tendo em vista que os mananciais subterrâneos e os corpos d'água superficiais são os receptores finais das águas servidas lançadas sobre o solo (CARACIOLO, 2008).

Para Silva e Santana (2014), com a reciclagem e a reutilização de água residuárias, obtém-se vários benefícios, dentre eles pode-se enfatizar nos benefícios obtidos em melhorias de indicadores, valorização de turismo e redução de doenças. Desta forma, as etapas de serviços de tratamento fundamentais para tornar a água potável, são essenciais para proporcionar benefícios econômicos, sociais e que abrangem toda a sociedade. Os benefícios ambientais possibilitam o alcance de da redução de efluentes lançados em corpos hídricos. Ao passo que as vantagens sociais, visam potencializar oportunidades na cadeia de valor, em consonância com legislação ambiental vigente.

Para Cunha et al. (2010) os recursos hídricos são responsáveis pelos principais indicadores no que tange ao equilíbrio da saúde humana, seja no âmbito doméstico, urbanas e rurais. A ausência de águas que atendam padrões de potabilidade, esgotamento sanitário são fatores que se destacam, pois existe uma necessidade de boas práticas de higiene. Bem como, o investimento em saneamento se mostra como algo de extrema relevância para a manutenção econômica de países, pois o tratamento de esgotos, drenagem de águas da chuva e coleta de resíduos urbanos necessitam de investimentos.

### 5.1 Uso industrial

Segundo Caxieta (2010), “no Brasil, as externalidades ambientais associadas ao setor industrial e ao rápido crescimento urbano, no contexto do desenvolvimento das regiões metropolitanas, apontam para cenários futuros de escassez”. Assim, há várias fontes responsáveis pela poluição hídrica: seja nos esgotos sem tratamento prévio. A escolha por práticas sustentáveis no âmbito industrial, no que tange ao reuso de água, corrobora para melhorias das águas oriundas de indústrias, diminuindo impactos de cunho ambientais significativos.

Para Paiva (2005) várias tecnologias estão sendo utilizadas na redução do volume de toxicidade em efluentes industriais. Assim, os efluentes sanitários são formados espe-

cialmente por de água oriundas de banho, urina, fezes, restos de comidas, surfactantes e águas de lavagens de utensílios. Onde os efluentes industriais, diferentes, são provenientes de qualquer uso da água para destinação industriais e ganham características próprias em função do processo industrial utilizado.

De acordo com Twardokus (2004), está ocorrendo uma mudança de mentalidade no que diz respeito ao reuso da água na indústria de cunho têxtil. Pois, entende-se que a água não somente serve para a consecução dos processos industriais, sobretudo, cada vez mais está buscando maneiras de reutilizar, os descartes, os banhos, direta ou indiretamente, visando a diminuição dos custos nos processos industriais. Portanto, há diversos fatores a serem considerados no que tange ao reaproveitamento de efluentes em instalações que produzem alimentos para população, exigindo água de qualidade para manutenção do processo industrial, objetivando atender a demanda para reutilizar a água.

Para Nieto (2000) se os efluentes oriundos das indústrias têxteis mostrarem sistemas de tratamento devidamente ajustados e operados, evitará impactos de cunho ambiental significativos. Entretanto, destaca que no processo industrial, algumas alterações (tecnologias renováveis) possibilitando a iniciação, resultando na economia de água e gerando efluentes líquidos menos contaminantes. Desta forma, os efluentes serão submetidos em procedimentos corriqueiros de tratamentos nas instalações terciário. Em alguns casos podem retornar à produção, tendo em vista que algumas empresas o fazem. “o processo produtivo após o efluente ser submetido a acerto de pH, equalização, dosagem de nutrientes, sistema de lodos ativados e um tratamento terciário constituído de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção” (NIETO, 2000).

## 5.2 Uso doméstico.

De acordo com Cuba et al. (2015), a expansão urbana e o crescimento desordenado e, conseqüentemente o avanço do setor industrial, corroboram efetivamente para degradação do meio ambiente, sobretudo no que tange ao desperdício da água. Tendo em vista, que por longas décadas esse recurso fora considerado como inesgotável, é possível perceber a falta de preocupação na gestão hídrica, contudo, atualmente há diversas maneiras que incentivam, o reuso da água, por meio de medidas planejadas objetivando o uso potável ou não da água.

As práticas sustentáveis em relação ao uso da água, vem ganhando força e notoriedade, pois o reuso de água surge como um instrumento adicional para a gestão dos recursos hídricos, visando à redução da pressão sobre os mananciais de abastecimento, liberando as águas de melhor qualidade para os fins mais nobres, e trazendo uma série de benefícios específicos aos usuários, tais como o aumento de produtividade agrícola, a redução de custos com a compra de água e a preservação dos aquífero subterrâneos. Entretanto, enquanto a prática do reuso se dissemina no Brasil, não há a criação de nenhuma legislação específica visando regular o setor, proteger o meio ambiente e a saúde dos grupos de risco (CAXIETA, 2010. P. 98).

A reutilização de águas domésticas, pode ser entendido como o aproveitamento de uma água já utilizada previamente, visando atender a um uso parecido ao anterior, sobretudo para atender a outras maneiras de uso, o que pode incluir ou não um tratamento prévio e o seu planejamento. O reuso de água ou o uso de águas “residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação” (NEY, 2019).

Freire (2022) comenta que é denominada de água cinza a água usada nos tanquinhos e máquinas de lavar roupa, no banho e nos lavatórios da cozinha ou no banheiro. Essa prática tem por finalidade mitigar perdas, pois a partir do momento que é feito o reaproveitamento dessas águas que a priori seriam destinadas a rede esgotos, consequentemente possibilita economizar dinheiro e tempo. Neste sentido, são gerados muitos benefícios ambientais, propiciando a redução do lançamento de efluentes nos rios e mares, tem posuem um potencial altamente degradador ao meio ambiente, o que possibilita a obtenção água qualidade mais nobre.

Bem como, há um acréscimo da oferta de água para uso em setores de abastecimento público. A partir do momento que há foco e nas práticas sustentáveis de reuso de água. Os benefícios sociais são potencializados e possibilita novas oportunidades de negócios na cadeia produtiva, gerando maiores ofertas, que visam empregos diretos e indiretos e a inclusão de uma visão com ênfase à sustentabilidade, com uma sociedade que respeita às leis de proteção ambiental, modificando seus padrões de consumo exacerbados, típicos do sistema capitalista. (NEY, 2016)

De acordo com Rezende (2016), o fator determinante para o alcance da sustentabilidade dos empreendimentos, fazendo o uso das práticas sustentáveis de reuso de águas, é melhorar os conhecimentos visando a otimização do uso da água, diminuindo a demanda e percepção de risco na proporção que a sociedade aceite a reutilização dos recursos hídricos. Assim, dentre as fontes alternativas disponíveis de águas residuárias, são chamadas águas cinza as que apresentam maior potencial de exploração a partir de edificações unifamiliares, multifamiliares e corporativas. Nestes segmentos há uma grande demanda de água e a necessidade em diminuir o volume de efluentes gerados (OLIVEIRA, 2009).

### **5.3 Reuso na agricultura.**

Segundo Ludwig, Putti e Brito (2012), a busca contínua por alimentos, ocasionada pelo crescimento populacional desenfreado somados ao avanço industrial, são atividades que demandam uma enorme quantidade de água. Desta forma, visando o suprir essa necessidade para que haja compatibilidade entre suprir a demanda de alimentos e atender os padrões estabelecidos pela legislação ambiental vigente se apresenta como ações de extrema necessidade. A reutilização da água em atividades agrícolas se torna uma estratégia bastante eficaz para preservação dos recursos hídricos, visando a diminuição do uso indiscriminado dos recursos naturais.

Para Silva (2018) o aproveitamento de efluentes em áreas agrícolas, no que tange a aplicação de técnicas que envolvem águas residuárias, pode permitir a reutilização direta de nutrientes, melhorando o rendimento de culturas, diminuir a carga orgânica lançada nos corpos hídricos, e contribuir para redução no uso de fertilizantes químicos. As atividades agrícolas correspondem a práticas econômicas que consiste no uso dos solos, visando cultivar vegetais, para subsídio das pessoas. Tendo em vista que essa atividade depende de uma grande quantidade de água.

Neste sentido, Barros et al. (2015) enfatiza que a prática de reuso das águas residuárias é muito antiga, havendo relatos de sua importância na Grécia Antiga no que tange a irrigação, porém, o aumento demanda por água tem tornado essa pratica uma temática atual, e de muita relevância para a sociedade em todos os seus setores. Logo, a reutilização deve estar relacionada a uma atividade de proporções mundiais como o uso racional e eficiente da água, gerindo perdas e os desperdícios, bem como reduzindo a produção de resíduos e do consumo de água.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou entender o contexto no âmbito das tecnologias usadas na reutilização da água, destacando a necessidade de reutilizar a água, a partir do crescimento populacional e do aumento na necessidade de água para abastecimento da sociedade urbana, agricultura de maior escala para alimentar a crescente população, criação de mais indústrias que consomem mais água.

Observou-se no segundo capítulo que algumas ressalvas devem ser feitas ao se utilizarem essa água. Algumas doenças veiculadas pela água podem contaminar usuários das águas residuárias. Em se tratando de legislação em relação ao reuso mais estudos devem ser feitos para se determinar padrões de qualidade e usos corretos. O planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias, como diminuição da poluição ao meio ambiente e outros benefícios dispostos no estudo em questão.

Entendeu-se no terceiro capítulo que o reuso em empreendimentos comerciais e residenciais, privilegia-se o reuso da água cinza, que é coletada em tubulações separadas das demais, que levam a água para o ponto onde fica instalado o sistema de tratamento. Tendo em vista os altos preços da água potável e, substituindo-se por água de reuso, os volumes de água geralmente usados em todos os fins em que a potabilidade não é necessária reduz-se o volume de consumo de água comprado das concessionárias de águas e esgotos e, garante-se ao empreendedor/usuário, uma enorme economia financeira pela reutilização.

Dessa forma entende-se a grande vantagem da utilização da água de reuso é a de preservar a água potável exclusivamente para atender as necessidades de que exigem a sua potabilidade, como para o abastecimento humano, entre outras vantagens estão a redução do volume de esgotos descartado e a redução dos custos. É através do desenvolvimento da relação existente entre poder público e sociedade que em alguns locais algumas medidas já estão sendo feitas, efetivamente, para que a água não falte aos seres humanos. No entanto, muito mais do que ter esse cuidado é saber economizar em todas as tarefas diárias, pois somente dessa forma se pode evitar um processo de estiagem que prejudicará a todos.

Conclui-se, portanto, que os impactos ambientais causados por desperdício da água, necessitam de maior atenção por conta do uso excessivo dos recursos naturais. A conscientização humana é uma das principais ferramentas a serem utilizadas para minimizarem o impacto ambiental. Portanto todos podem contribuir para a preservação do meio ambiente, bem como aproveitar para economizar reutilizando a água que, muitas vezes, é desperdiçada no dia a dia doméstico e corporativo. A prática é simples, porém precisa ser incorporada na rotina através de medidas que objetivam a conscientização de todas as pessoas.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 15527: Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis-Requisitos**. 2007. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf> Acesso em: 24 de outubro de 2022.

BACCI, Denise de la Corte. PATACA, Ermelinda Coutinho. **Educação para a água. Estudos Avançados**. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/4Cz7B6yQGGfV73Ngy6g848w/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em outubro de 2022

BARROS, H. M. M., Veriato, M. K. L., Souza, L. P., Chicó, L. R. & Barosi, K. X. L. 2015. **Reuso de Água na Agricul-**



**tura.** Revista Verde, 10(5), 11-16.

BRASIL. Decreto-lei 236/98, de 1 de agosto. Ministério do Meio Ambiente. Diário da República n.º 176/1998, Série I-A de 1998-08-01. Disponível em: <https://dre.tretas.org/pdfs/1998/08/01/plain-94857.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Portaria GM/MS Nº 888**, de 4 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BDTA - Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais. Filtração. Unicamp, 2020. Disponível em: Acesso em: Abril, 2020;

BRAGA, Fernando Pinto. **Avaliação De Desempenho De Uma Estação De Tratamento De Água Do Município De Juiz De Fora** - Mg. UFJF, 2014. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2014/02/TFC-Fernando-Pinto-Braga-2014.pdf>. Acesso em: Set, 2022.

BRUNI, J.C. **Água para vida**. São Paulo. 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ts/a/KjkwytLhvpf5BJsRy-DTFDrb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: outubro de 22

CAIXETA, C. E. T. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16505>. Acesso em: 21 de outubro de 2022.

CARVALHO, N, L. et al. **Reutilização de águas residuárias**. Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/12585/pdf>. Acesso em: outubro de 22.

CARACIOLO, P. M. M. **A prática do reúso de águas: possibilidades de estímulo pela Política Nacional de Recursos Hídricos e de Instrumento adicional de gestão**. Recife, 2008. Disponível em: [https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/3193/1/arquivo2139\\_1.pdf](https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/3193/1/arquivo2139_1.pdf). Acesso em: 19 de outubro de 22.

CIRNE, José Raniery Rodrigues. **Influência da granulometria e taxas de filtração no tratamento de água utilizando dupla filtração**. Dissertação apresentada ao Programa de Pósgraduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/19601>. Acesso em: 01 de novembro de 22.

CUBA, Renata da Silva. et al. **Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface**. Revista Ambiental Água. Vol. 10. Taubaté. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/WZJppVKzFyZT7gmFj7wWyny/abstract/?lang=pt>; Acesso em: 09 de novembro de 22

DIAS, I. C. S. **Estudos da viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre. 2007. Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5570/1/arquivototal.pdf>

DI BERNARDO, Luiz; LYDA, Patricia. **Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água** - São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008

KISHI, Regina Tiemy. **Floculação - Mistura Lenta**. Departamento de Hidráulica e Saneamento–DHS. 2020. Disponível em: <[https://docs.ufpr.br/~rtkishi.dhs/TH028/TH028\\_10\\_7\\_Tratamento\\_Filtracao.pdf](https://docs.ufpr.br/~rtkishi.dhs/TH028/TH028_10_7_Tratamento_Filtracao.pdf)>. Acesso em: outubro 2022;

LUDWING, Rafael. PUTTI, Fernando Ferrari. Ramilos Rodrigues. **Revisão sistemática sobre o uso de efluentes na agricultura**. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 6, 2012, p. 167-176. São Paulo. 2012. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/313/314](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/313/314). Acesso em: 10 de novembro de 2022.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/D.3.2004.tde-02082004-122332. Acesso em: 2022-10-24

MONTE, H. M; ALBUQUERQUE A. **Reutilização de águas residuais**. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2010. Disponível em: [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/1144/1/Guia\\_Tecnico\\_Reutilizacao-1.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/1144/1/Guia_Tecnico_Reutilizacao-1.pdf). Acesso em: outubro de 22.

MUFFAREG, M. R. **“Análise e discussão dos conceitos e legislação sobre reuso de águas residuárias”**. Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública. Rio de Janeiro. 2003. Disponível em: <https://teses.icict.fiocruz.br/pdf/muffaregmmr.pdf>. Acesso em: 19 de outubro de 22.

NEY, O. F. **O REÚSO DE ÁGUA E O SEU CONTEXTO NA GESTÃO ADMINISTRATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS AGROINDÚSTRIAS DO MUNICÍPIO DE SOUSA/PB.** Pombal. 2019. Disponível: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/9791/3/OSMANDO%20FORMIGA%20NEY%20-%20ARTIGO%20PPGSA%20PROFISSIONAL%202019.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 22

NIETO, R., **Tratamento de Efluentes na Indústria Têxtil**, Revista Gerenciamento Ambiental, nº10, ano 2, junho/agosto de 2000.

OLIVEIRA, A. C. **Estudo de reabilitação de poço tubular profundo pertencente ao sistema de abastecimento da cidade de fernandópolis.** 2009. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009

RAMOS G.P. **O reaproveitamento de água em empresas de ônibus.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Cândido Mendes, Niterói, 2010. Disponível em: [http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias\\_publicadas/n203740.pdf](http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/n203740.pdf). Acesso em: outubro de 2022.

REIS, G. *et al.* **Projeto de reutilização de águas cinzas prediais como medida de sustentabilidade.** Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 3, 14 fev. 2020. Disponível em: [https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/16956/seer\\_16956.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/16956/seer_16956.pdf) Acesso em: outubro de 22

REZENDE, A. T. **Reúso urbano de água para fins não potáveis no Brasil.** 2016. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016

ROSCHILD, Caroline Voser Pereira. **Tratamento de Água.** UFPEL, 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2018/11/Aula-7-Tratamento-de-%C3%A1gua-Caroline-Voser.pdf>. Acesso em: outubro, 2022

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo, Edgard Blucher, 2009;

SÃO PAULO, **Águas Interiores** – 2022 Cetesb - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/>

SANTOS, Osmildo Sobral; ESTENDER, Antonio Carlos; MESSIAS, José Flávio; **O desperdício e a reutilização da água.** Disponível em: [https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais\\_Sem\\_Int\\_Etn\\_Racial/article/view/476/591](https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais_Sem_Int_Etn_Racial/article/view/476/591). Acesso em: 05 de novembro de 22.

SILVA, M. A; SANTANA, C. G. **REUSO DE ÁGUA: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas.** 2014. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/REUSO-DE-%C3%81GUA-possibilidades-de-redu%C3%A7%C3%A3o-do-desperd%C3%ADcio-nas-atividades-dom-%C3%A9sticas.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 22.

SILVA, T. L. **QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA PARA REUSO NA AGRICULTURA IRRIGADA.** Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, CEP 18610-307, Botucatu, SP, Brasil. 2018. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3545/2345>. Acesso em: 19 de outubro de 22.

SOUSA, Gustavo Bauermann. **Sistema Computacional de Pré-dimensionamento das Unidades de Tratamento de Água: Floculador, Decantador e Filtro.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34528/000789752.pdf?sequen> Acesso em: outubro. 2022

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva.** 2010. Disponível em: [https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5\\_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true](https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true). Acesso em: outubro de 22.

TWARDOKUS, R. G. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Química. Florianópolis. 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88051/212455.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 15 de outubro de 22.

VERAS, Luciana Rodrigues Valadares. BERNARDO, Luiz Di. **Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em múltiplas etapas- FIME.** São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/RtTSgwpcT55VMzQ8WYrkwWM/abstract/?lang=pt>. Acesso em 29 de novembro de 2022

